

Estimasi *Value at Risk* dalam Investasi Saham Subsektor Perbankan di Bursa Efek Indonesia dengan Pendekatan *Extreme Value Theory*

Salisa Minchaturo Rohmah dan Agus Suharsono

Departemen Statistika, Fakultas MIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: agus_s@statistika.its.ac.id

Abstrak—Investasi di pasar modal merupakan salah satu cara alternatif untuk meningkatkan aset sebesar-besarnya di masa mendatang dengan risiko tertentu. Salah satu aset finansial yang banyak diminati adalah investasi dalam bentuk saham. Pengukuran risiko merupakan hal yang sangat penting berkaitan dengan investasi dana yang cukup besar. Dalam berinvestasi, investor diharapkan mampu mengestimasi tingkat risiko sebelum melakukan investasi. Oleh karena itu diperlukan penelitian untuk menghitung tingkat risiko pada bidang keuangan. Metode yang digunakan dalam menghitung risiko yaitu metode *Value at Risk* (VaR). Namun pada kenyataannya, data terkait bidang keuangan sering kali mengandung nilai-nilai ekstrem, sehingga diperlukan analisis lebih lanjut untuk mengatasi hal tersebut, yaitu dengan metode *Extreme Value Theory* (EVT). Pada penelitian ini, perhitungan tingkat risiko dilakukan dengan dua pendekatan EVT yaitu *Block Maxima* (BM) dan *Peaks Over Threshold* (POT). Diperoleh hasil tingkat risiko yang dihasilkan oleh metode BM lebih besar dibanding tingkat risiko dari POT. Namun hasil backtesting menyatakan bahwa metode POT lebih akurat dibanding metode BM.

Kata Kunci—*Extreme Value Theory*, *Return Saham*, *Risiko*, *Value at Risk*.

I. PENDAHULUAN

PERKEMBANGAN perekonomian negara pada era globalisasi dipengaruhi oleh komponen-komponen yang ada dalam struktur ekonomi negara itu sendiri, salah satunya yakni pasar modal. Saat ini pasar modal telah menjadi *leading indicator* untuk melihat perkembangan perekonomian yang terjadi pada suatu negara, termasuk di Indonesia [1]. Tujuan dari investasi yaitu sebagai sarana alternatif untuk meningkatkan aset di masa mendatang. Salah satu aset yang banyak diminati adalah investasi dalam bentuk saham. Dalam melakukan investasi, seorang investor akan memilih untuk menginvestasikan dana pada perusahaan yang memberikan rasa aman pada investasinya. Pada tingkat keamanan tersebut, seorang investor memiliki ekspektasi pengembalian (*return*) yang sebesar-besarnya pada tingkat risiko tertentu [2].

Saham perbankan merupakan saham yang paling diminati [3]. Seiring berjalannya waktu, sektor perbankan mampu membuktikan eksistensinya dalam kinerja dan pencapaian hasil yang cukup baik sehingga investor tertarik untuk membeli saham di sektor perbankan. Selain itu, saham-saham perbankan masih menjadi pendorong kenaikan indeks harga saham gabungan (IHSG), dan masuk dalam Forbes 2000 pada tahun 2015 dan 2016. Forbes 2000 *the world biggest companies* memuat 2000 daftar perusahaan publik terbesar di

dunia. Adapun empat dari enam perusahaan dari Indonesia yang termuat dalam Forbes 2000, diantaranya adalah perusahaan perbankan.

Keadaan beberapa bank yang selalu naik dari tahun ke tahun menyebabkan banyak investor yang ingin berinvestasi pada sektor perbankan. Oleh karena itu, sebelum melakukan investasi pada perusahaan alangkah baiknya jika investor memiliki pemahaman yang baik tentang kemungkinan risiko yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut. Salah satu cara yang dapat digunakan dalam mengestimasi risiko saham adalah metode *Value at Risk* (VaR). VaR merupakan alat ukur yang dapat menghitung kerugian terburuk yang dapat terjadi dengan mengetahui posisi aset dan tingkat kepercayaan akan terjadinya risiko [4].

Data deret waktu keuangan sebagian besar memiliki ekor distribusi yang gemuk (*heavy tail*) yaitu ekor distribusi turun secara lambat bila dibandingkan dengan distribusi normal. Hal ini menyebabkan peluang terjadinya nilai ekstrem. Salah satu metode pengukuran risiko yang dapat menangkap keberadaan nilai ekstrem yang sering muncul pada data *return* saham yaitu metode estimasi VaR dengan pendekatan *Extreme Value Theory* (EVT) [5]. EVT memberi perhatian pada informasi kejadian-kejadian ekstrem berdasarkan nilai-nilai ekstrem yang diperoleh untuk membentuk fungsi sebaran dari nilai-nilai ekstrem tersebut. Terdapat dua metode yang digunakan untuk mengidentifikasi pergerakan nilai ekstrem, yaitu *Block Maxima* (BM) dan *Peaks Over Threshold* (POT) [6].

Pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko *return* saham pada 4 perusahaan perbankan yang tergabung dalam BEI dan indeks LQ45 menggunakan VaR dengan pendekatan EVT, baik metode BM maupun POT.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Extreme Value Theory* (EVT)

EVT merupakan salah satu metode statistika yang digunakan untuk mempelajari bagaimana perilaku ekor (*tail*) suatu distribusi dari data yang mengandung nilai ekstrem. Metode EVT berfokus pada perilaku ekor (*tail*) suatu distribusi untuk menentukan probabilitas nilai-nilai ekstrem pada data *heavy-tail* yang tidak dapat dilakukan dengan pendekatan biasa. Dalam mengidentifikasi pergerakan nilai ekstrem terdapat dua pendekatan yang digunakan. Pendekatan pertama yaitu metode *Block Maxima* (BM) dan metode *Peaks Over Threshold* (POT) [7].

B. Block Maxima (BM)

Metode *Block Maxima* adalah metode yang dapat mengidentifikasi nilai ekstrem berdasarkan nilai tertinggi data observasi yang dikelompokkan berdasarkan periode tertentu. Setiap blok periode yang terbentuk selanjutnya ditentukan nilai yang paling tinggi. Data yang paling tinggi dimasukkan dalam sampel karena nilai inilah yang merupakan nilai ekstrem pada suatu periode tertentu [8]. Metode *Block Maxima* mengaplikasikan teorema Fisher-Tippet, Gnedenko (1928) bahwa data sampel nilai ekstrem yang diambil dari metode *Block Maxima* akan mengikuti distribusi *Generalized Extreme Value* (GEV) yang memiliki *cumulative distribution function* (cdf) sebagai berikut.

$$F(x) = \begin{cases} \exp\left(-\left[1 + \xi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^{\frac{1}{\xi}}\right]\right), & -\infty \leq x < \mu - \frac{\sigma}{\xi} \text{ jika } \xi < 0 \\ \exp\left(-\left[1 + \xi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^{\frac{1}{\xi}}\right]\right), & \mu - \frac{\sigma}{\xi} \leq x < \infty \text{ jika } \xi > 0 \\ \exp\left(-\exp\left[-\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right]\right), & -\infty \leq x < \infty \text{ jika } \xi = 0 \end{cases} \quad (1)$$

dengan $1 + \xi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) > 0; -\infty < \mu < \infty; \sigma > 0; -\infty < \xi < \infty$

μ = parameter lokasi

σ = parameter skala

ξ = parameter bentuk (*shape*) / *tail index*

C. Peaks Over Threshold (POT)

Dalam *Extreme Value Theory* (EVT), metode *Peaks Over Threshold* (POT) mengidentifikasi nilai ekstrem dengan cara menetapkan *threshold* tertentu dan mengabaikan waktu terjadinya *event* [8]. Nilai ekstim adalah data yang berada diatas *threshold* tersebut. Metode ini mengaplikasikan *Picklands-Dalkema-De Hann Theorem* yang menyatakan bahwa semakin tinggi *threshold* (u), maka distribusi untuk data diatas *threshold* (u) tersebut akan mengikuti distribusi *Generalized Pareto Distribution* (GPD) yang memiliki *cumulative distribution function* (cdf) sebagai berikut.

$$F(x) = \begin{cases} 1 - \left(1 + \xi\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^{\frac{1}{\xi}}, & 0 \leq x - \mu < -\frac{\sigma}{\xi} \text{ jika } \xi < 0 \\ 1 - \exp\left(-\frac{x-\mu}{\sigma}\right), & 0 \leq x - \mu < \infty \text{ jika } \xi > 0 \\ 1 - \exp\left(-\frac{x-\mu}{\sigma}\right), & 0 \leq x - \mu < \infty \text{ jika } \xi = 0 \end{cases} \quad (2)$$

dengan $1 + \xi\frac{x-\mu}{\sigma} > 0; x > \mu; \sigma > 0; -\infty < \xi < \infty$

σ = parameter skala

ξ = parameter bentuk (*shape*) / *tail index*

D. Estimasi Parameter GEV

Penaksir parameter metode GEV dapat ditaksir dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dengan membentuk *probability density function* (PDF) sebagai berikut.

$$f(x, \mu, \sigma, \xi) = \begin{cases} \frac{1}{\sigma} \left[1 + \xi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right]^{\frac{1}{\xi}-1} \exp\left(-\left[1 + \xi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right]^{\frac{1}{\xi}}\right), & \xi \neq 0 \\ \frac{1}{\sigma} \exp\left[-\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right] \exp\left(-\exp\left[-\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right]\right), & \xi = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Membuat fungsi *likelihood*

$$L(\mu, \sigma, \xi) = \left(\frac{1}{\sigma}\right)^n \prod_{i=1}^n \left[1 + \xi\left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right)\right]^{\frac{1}{\xi}-1} \exp\left(-\sum_{i=1}^n \left[1 + \xi\left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right)\right]^{\frac{1}{\xi}}\right) \quad (4)$$

Membentuk fungsi *ln likelihood*

$$\ln L(\mu, \sigma, \xi) = -n \ln(\sigma) - \left(\frac{1}{\xi} + 1\right) \sum_{i=1}^n \ln \left[1 + \xi\left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right)\right] - \sum_{i=1}^n \left[1 + \xi\left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right)\right]^{\frac{1}{\xi}} \quad (5)$$

Mendapatkan nilai maksimum dari fungsi *likelihood* dengan membentuk turunan pertama dari *ln likelihood* terhadap parameter (μ, σ, ξ) .

E. Estimasi Parameter GPD

Estimasi parameter metode GPD dapat ditaksir dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dengan PDF sebagai berikut.

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\sigma} \left(1 + \xi\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^{\frac{1}{\xi}-1}, & \xi \neq 0 \\ \frac{1}{\sigma} \exp\left(-\frac{x-\mu}{\sigma}\right), & \xi = 0 \end{cases} \quad (6)$$

Fungsi *likelihood*

$$L(\mu, \sigma, \xi) = \left(\frac{1}{\sigma}\right)^n \prod_{i=1}^n \left[1 + \xi\left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right)\right]^{\frac{1}{\xi}-1} \quad (7)$$

fungsi *ln likelihood*

$$\ln L(\mu, \sigma, \xi) = -n \ln \sigma - \left(\frac{1}{\xi} + 1\right) \sum_{i=1}^n \ln \left(1 + \xi\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right) \quad (8)$$

memaksimumkan *ln* fungsi *likelihood* dengan cara mencari turunan pertama terhadap parameter distribusi (μ, σ, ξ) .

F. Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian distribusi bertujuan untuk menunjukkan adanya kesesuaian distribusi teoritis. Uji *Kolmogorov-Smirnov* dilakukan dengan menyesuaikan fungsi distribusi empiris $S(x)$ dengan distribusi teoritisnya $F_0(x)$.

Hipotesis:

$H_0 : F(x) = F_0(x)$ (Data mengikuti distribusi teoritis $F_0(x)$)

$H_1 : F(x) \neq F_0(x)$ (Data tidak mengikuti distribusi teoritis $F_0(x)$)

Statistik uji:

$$D_{hitung} = \sup_x |S(x) - F_0(x)| \quad (9)$$

Keterangan:

$S(x)$: nilai kumulatif distribusi empiris

$F_0(x)$: nilai kumulatif distribusi teoritis

Uji *Kolmogorov-Smirnov* akan menghasilkan keputusan tolak H_0 jika $D_{hitung} > D_{tabel}$ [9].

G. Value at Risk

VaR didefinisikan sebagai nilai harapan rugi maksimum (*maximum expected loss*) dari nilai aset atau saham pada suatu periode tertentu dan pada tingkat kepercayaan tertentu [10]. Nilai VaR untuk metode GEV dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut [10].

$$VaR_{p(GEV)} = \hat{\mu} + \frac{\hat{\sigma}}{\xi} \left[\left(-\ln(1-p) \right)^{-\xi} - 1 \right] \quad (10)$$

sedangkan perhitungan nilai VaR pada GPD dilakukan berdasarkan persamaan berikut.

$$VaR_{p(GPD)} = \hat{\mu} + \frac{\hat{\sigma}}{\hat{\zeta}} \left[\left(\frac{n}{Nu} p \right)^{-\hat{\zeta}} - 1 \right] \quad (11)$$

H. Return Saham

Return saham merupakan hasil (keuntungan atau kerugian) yang diperoleh investor dari suatu investasi saham berupa deviden atau *capital gain/loss*. Nilai *return* saham dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut [11].

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \quad (12)$$

dengan R_t = nilai *return* pada waktu ke- t , P_t = harga saham pada waktu ke- t , P_{t-1} = harga saham pada waktu ke- $(t-1)$.

I. Backtesting

Pengujian validitas atau *backtesting* adalah pengujian secara berurutan dari model yang telah digunakan terhadap keadaan yang sebenarnya untuk menguji ketepatan dari prediksi yang telah ditetapkan [12]. Perhitungan *backtesting* dapat dilihat pada persamaan (13) sebagai berikut.

$$I_{\tau,t} = \begin{cases} 1, & r_t < -VaR_{\tau,t} \\ 0, & r_t \geq -VaR_{\tau,t} \end{cases} \quad (13)$$

Model VaR tidak akurat jika nilai estimasi VaR yang dihasilkan lebih besar (*overfitting*) atau lebih kecil (*underfitting*) dibandingkan dengan nilai *realized return* pada periode ke- $(t+1)$.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa harga penutupan (*closing price*) saham harian periode 03 Januari 2011 sampai dengan 28 Februari 2017 yang diperoleh dari website *finance.yahoo.com*. Harga penutupan dipilih karena biasanya digunakan sebagai indikator harga pembukaan untuk hari berikutnya.

B. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1.
Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
$Z_{1,t}$	Return saham Bank 1
$Z_{2,t}$	Return saham Bank 2
$Z_{3,t}$	Return saham Bank 3
$Z_{4,t}$	Return saham Bank 4

C. Langkah Analisis

Langkah analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

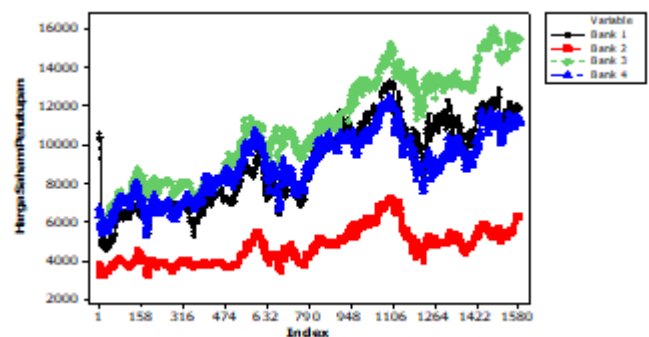
1. Menghitung nilai *return* saham dengan persamaan (12).
2. Mendeskripsikan *return* Bank 1, Bank 2, Bank 3, dan Bank 4, serta mengidentifikasi adanya *heavy tail*.
3. Pengambilan data ekstrem metode *Block Maxima* dengan membuat blok, satu blok terdiri dari 5 data *return*.
4. Melakukan uji kesesuaian distribusi metode *Block Maxima*.

5. Mencari estimasi parameter untuk metode *Block Maxima*.
6. Menentukan nilai *Value at Risk* berdasarkan persamaan (10).
7. Pengambilan data ekstrem metode *Peaks Over Threshold* dengan menentukan *threshold* sebesar 20% dari keseluruhan data.
8. Uji kesesuaian distribusi metode *Peaks Over Threshold*.
9. Menaksir estimasi parameter untuk metode *Peaks Over Threshold*.
10. Menentukan nilai *Value at Risk* sesuai persamaan (11).
11. Melakukan perbandingan akurasi dari hasil nilai *Value at Risk* antara metode *Block Maxima* dan *Peaks Over Threshold*.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Saham Perusahaan Perbankan

Harga saham penutupan (*closing price*) merupakan harga dasar yang seringkali digunakan sebagai dasar dalam perhitungan risiko. Pergerakan harga saham dari tahun ke tahun dapat dilihat secara visual dengan menggunakan *time series plot*. Berikut adalah *time series plot* harga saham penutupan dari ke-empat Bank yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 1. Time Series Plot Harga Saham Penutupan.

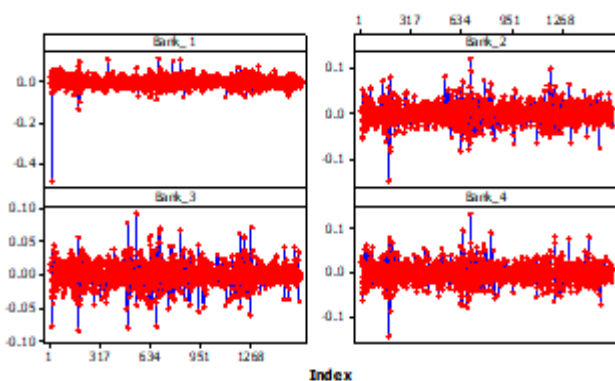
Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa harga saham penutupan berfluktuasi dari waktu ke waktu. Harga saham keempat Bank memiliki kisaran nilai yang berbeda-beda. Dapat diketahui bahwa Bank 3 memiliki harga saham yang paling tinggi, sedangkan Bank 2 memiliki harga saham yang paling rendah. Pola perkembangan harga saham dari empat Bank tersebut cenderung memiliki pola yang hampir sama, dimana jika terjadi kenaikan atau penurunan harga saham, maka empat Bank tersebut juga mengalami kenaikan atau penurunan harga saham. Karakteristik dari harga saham penutupan juga dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2.
Statistika Deskriptif Harga Saham Penutupan

Ukuran	Bank 1	Bank 2	Bank 3	Bank 4
Mean	9.068,2	4.709,4	10.895	8.944,4
Variance	4.947.817	822.278,7	7.404.731	2.708.598
Minimum	4.550	3.175	5.400	5.300
Maximum	13.275	7.275	16.050	12.475

Tabel 2 menjelaskan karakteristik harga saham secara lebih spesifik. Pada tabel tersebut menunjukkan bahwa Bank 3 memiliki nilai rata-rata harga saham tertinggi dibanding dengan Bank 1, Bank 2, dan Bank 4. Hal tersebut diimbangi dengan nilai maksimum atau minimum saham yang dimiliki Bank 3 memang lebih besar dibanding dengan bank lainnya. Selain itu, harga saham Bank 3 memiliki variasi harga yang paling tinggi. Sebaliknya Bank 2 memiliki keragaman harga saham yang sangat kecil.

Nilai *return* saham merupakan salah satu indikator dalam melakukan investasi, dimana seorang investor tentunya menginginkan nilai *return* yang tinggi dengan tingkat risiko yang rendah. Berikut adalah kondisi dari *return* saham dari perusahaan Bank 1, Bank 2, Bank 3, dan Bank 4.



Gambar 2. Time Series Plot Return Saham.

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa *return* saham pada keempat perusahaan Bank sangat berfluktuatif. *Return* Bank 1, Bank 2, Bank 3, maupun Bank 4 terlihat bahwa sering terjadi *return* yang terlalu tinggi maupun *return* yang terlalu rendah. Selain itu terdapat satu *return* Bank 1 yang mencapai -0,483 hal tersebut terjadi akibat dari *stock split*, namun setelah itu *return* Bank 1 kembali stabil. Fluktuasi yang terjadi pada *return* Bank 1, Bank 2, Bank 3, dan Bank 4 menyebabkan terjadinya nilai ekstrem pada periode waktu tertentu.

Statistika deskriptif dari *return* saham dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut.

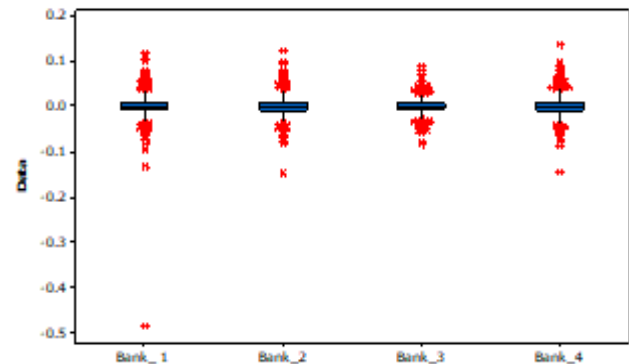
Tabel 3.
Statistika Deskriptif Return Saham

Ukuran	Bank 1	Bank 2	Bank 3	Bank 4
Mean	0.00042	0.00052	0.00068	0.00058
Variance	0.00059	0.00041	0.00026	0.00043
Minimum	-0.48387	-0.14839	-0.08387	-0.14516
Maximum	0.11806	0.12329	0.09179	0.13669

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa rata-rata nilai *return* saham Bank 3 lebih tinggi dari nilai *return* saham Bank lainnya, dengan diikuti nilai varians yang lebih kecil. Hal ini menunjukkan bahwa *return* saham Bank 3 lebih stabil dan tidak terlalu mengalami perubahan yang besar dari waktu ke waktu. Begitu sebaliknya dengan Bank 1, dimana nilai rata-rata *return* kecil sedangkan variansnya paling besar. Sedangkan untuk *return* Bank 2 dan Bank 4 memiliki stabilitas nilai *return* yang hampir sama.

Sebagian besar data *financial* memiliki ekor distribusi yang *heavy tail*, yaitu ekor distribusi yang turun secara lambat

dibandingkan dengan distribusi normal. Hal tersebut mengakibatkan peluang terjadinya nilai ekstrem akan lebih besar. Untuk mengidentifikasi adanya nilai ekstrem pada data *return* saham dapat dilakukan dengan menggunakan *Boxplot*, dimana hasilnya dilihat berdasarkan Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Boxplot Return Saham.

Berdasarkan Gambar 3 diketahui bahwa nilai *return* saham Bank 1, Bank 2, Bank 3, dan Bank 4 memiliki nilai-nilai ekstrem. Keberadaan nilai ekstrem dapat diketahui dari adanya titik-titik berwarna merah.

Selain menggunakan *boxplot*, dapat pula dibuktikan dengan uji kesesuaian distribusi menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dimana distribusi teoritis yang diharapkan adalah distribusi normal dan taraf signifikan yang digunakan adalah 5% ($\alpha = 0,05$). Tabel 4 merupakan ringkasan dari hasil uji *Kolmogorov-Smirnov* untuk data *return* semua bank.

Tabel 4.
Hasil Uji *Kolmogorov-Smirnov*

Perusahaan	D hitung	D tabel	P-value	Keputusan
Bank 1	0,114	0,034	<0,01	Tolak H_0
Bank 2	0,100	0,034	<0,01	Tolak H_0
Bank 3	0,099	0,034	<0,01	Tolak H_0
Bank 4	0,0084	0,034	<0,01	Tolak H_0

Berdasarkan Tabel 4, data *return* keempat bank memiliki nilai D_{hitung} yang lebih besar dari D_{tabel} , selain itu p -value dari semua data *return* bank memiliki nilai yang kurang dari α 0,05 sehingga didapatkan keputusan tolak H_0 yang artinya data tidak mengikuti distribusi normal.

B. Pemodelan Block Maxima

Pemodelan *return* saham dengan pendekatan *Block Maxima* meliputi uji kesesuaian distribusi dan menghitung estimasi parameter. Adapun konsep yang dimiliki adalah membagi data ke dalam blok yang sama besar, dan mengambil nilai ekstrem yang ada pada setiap blok untuk dilakukan analisis.

1) Uji Kesesuaian Distribusi

Identifikasi awal sebelum melakukan perhitungan estimasi parameter yaitu memastikan bahwa data ekstrem yang diperoleh dari pengambilan nilai ekstrem pada masing-masing blok mengikuti distribusi *Generalized Extreme Value* (GEV). Berikut adalah hasil dari pengujian kesesuaian distribusi dengan menggunakan Uji *Kolmogorov-Smirnov*.

Tabel 5.
Uji Kolmogorov-Smirnov Block Maxima

Perusahaan	D hitung	D tabel	Keputusan
Bank 1	0,056	0,076	Gagal Tolak H_0
Bank 2	0,053	0,076	Gagal Tolak H_0
Bank 3	0,049	0,076	Gagal Tolak H_0
Bank 4	0,030	0,076	Gagal Tolak H_0

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 5, dapat diketahui bahwa masing-masing variabel menghasilkan nilai D_{hitung} yang lebih kecil dari D_{tabel} . Selain itu, dengan menggunakan α sebesar 5% diperoleh keputusan gagal tolak H_0 , yang artinya bahwa data ekstrem yang digunakan telah mengikuti distribusi teoritis, yaitu distribusi GEV.

2) Estimasi Parameter Block Maxima

Perhitungan estimasi parameter metode *Block Maxima* adalah menggunakan data ekstrem yang telah diperoleh sebelumnya dan telah dilakukan pengujian kesesuaian distribusi. Hasil estimasi parameter ditampilkan dalam Tabel 6 sebagai berikut.

Tabel 6.
Estimasi Parameter Block Maxima

Parameter	Bank1	Bank2	Bank3	Bank4
Banyaknya Blok	317	317	317	317
Bentuk (ξ)	0.182	0.111	-0.022	0.115
Lokasi (μ)	0.014	0.015	0.012	0.015
Skala (σ)	0.012	0.012	0.011	0.012

Tabel 6 menunjukkan bahwa banyaknya blok yang terbentuk adalah 317 blok dengan banyaknya pengamatan tiap blok adalah 5 pengamatan. Hasil estimasi parameter menunjukkan bahwa besarnya parameter bentuk yang terbesar dimiliki oleh Bank 1, hal ini menyatakan bahwa perilaku ekor kanan Bank 1 semakin berat (*heavy tail*) sehingga peluang terjadinya nilai ekstrem akan semakin besar dibanding dengan bank lainnya. Estimasi parameter lokasi yang dihasilkan menyatakan letak titik pemusatan data, sedangkan parameter skala menjelaskan keragaman data.

Berdasarkan hasil estimasi parameter yang diperoleh, maka dihasilkan hasil estimasi nilai VaR sebagai berikut.

Tabel 7.
Estimasi Nilai VaR Block Maxima

Perusahaan	Ukuran	Risiko	Profit
Bank 1	Mean	-0.0604	0.0604
	Variance	0.0002	0.0002
Bank 2	Mean	-0.0555	0.0555
	Variance	0.0002	0.0002
Bank 3	Mean	-0.0439	0.0439
	Variance	0.0001	0.0001
Bank 4	Mean	-0.0567	0.0567
	Variance	0.0002	0.0002

Pada Tabel 7 diatas, dapat diketahui bahwa dengan menggunakan metode *Block Maxima* dan tingkat keyakinan 95% seorang investor yang menginvestasikan dananya sebesar Rp 1.000.000.000,- pada saham Bank 1 akan mengalami kerugian maksimum sebesar Rp 60.400.000,- yang merupakan hasil perkalian antara jumlah investasi dengan tingkat resiko. Hal ini dapat juga dikatakan terdapat kemungkinan sebesar 5% bahwa investor akan mengalami kerugian minimum sebesar Rp 60.400.000,-. Demikian halnya jika seorang investor berinvestasi Rp 1.000.000.000,- di Bank 2 maka akan mengalami kerugian minimum sebesar Rp 55.500.000,- sedangkan di Bank 3 dan Bank 4 akan mengalami kerugian minimum sebesar Rp 43.900.000,- dan Rp 56.700.000,- sehingga dapat disimpulkan bahwa kemungkinan seorang investor mengalami kerugian yang lebih besar adalah jika berinvestasi di Bank 1.

Selain untuk mengetahui estimasi risiko, Tabel 7 juga dapat diperoleh informasi mengenai estimasi keuntungan untuk masing-masing bank. Tingkat risiko yang diterima oleh seorang investor akan berbanding lurus dengan tingkat keuntungan yang diperoleh. Pada tabel tersebut dapat diketahui bahwa saham Bank 1 memberikan tingkat keuntungan yang lebih besar, yakni apabila seorang investor berinvestasi sebesar Rp 1.000.000.000,- maka dengan tingkat keyakinan 95%, investor tersebut akan menerima keuntungan sebesar Rp 60.400.000,-.

C. Pemodelan Peaks Over Threshold

Pendekatan lainnya yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi nilai ekstrem dalam suatu data yaitu pendekatan *Peaks Over Threshold*. Konsep dari pendekatan ini adalah mengidentifikasi nilai ekstrem dengan cara menetapkan batas atau *threshold*. Data yang melebihi nilai *threshold* dianggap sebagai nilai ekstrem.

1) Uji Kesesuaian Distribusi

Pengujian asumsi distribusi dilakukan dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Pengujian asumsi distribusi dilakukan karena perhitungan estimasi risiko (VaR) pada penelitian ini berdasarkan pada distribusi yang menaungi data ekstrem.

Tabel 8.
Uji Kolmogorov-Smirnov Peaks Over Threshold

Perusahaan	D hitung	D tabel	Keputusan
Bank 1	0,046	0,076	Gagal Tolak H_0
Bank 2	0,040	0,076	Gagal Tolak H_0
Bank 3	0,061	0,076	Gagal Tolak H_0
Bank 4	0,039	0,077	Gagal Tolak H_0

Tabel 8 merupakan hasil dari uji kesesuaian distribusi dari nilai ekstrem dengan metode *Peaks Over Threshold*, dimana menghasilkan keputusan gagal tolak H_0 baik untuk Bank 1, Bank 2, Bank 3, maupun Bank 4. Hal ini karena nilai $D_{hitung} < D_{tabel}$, sehingga dapat disimpulkan bahwa data nilai ekstrem telah mengikuti distribusi GPD.

2) Estimasi Parameter Peaks Over Threshold

Tabel 9 berikut ini merupakan hasil estimasi parameter yang dihasilkan oleh metode *Peaks Over Threshold*.

Tabel 9.
Estimasi Parameter *Peaks Over Threshold*

Parameter	Bank1	Bank2	Bank3	Bank4
Threshold (u)	0,014	0,013	0,011	0,014
Jumlah Pengamatan (n)	1585	1585	1585	1585
Jumlah Pengamatan diatas Threshold (N_u)	318	317	317	316
Bentuk (ξ)	0,119	0,072	0,070	0,061
Skala (σ)	0,013	0,013	0,010	0,014

Hasil estimasi parameter bentuk (ξ) menunjukkan perilaku ekor dari data ekstrem, dimana semakin besar nilai ξ maka peluang terjadinya nilai ekstrem akan semakin besar pula. Sedangkan untuk parameter skala (σ) menunjukkan keragaman nilai ekstrem.

Nilai estimasi parameter yang diperoleh pada Tabel 9, digunakan untuk menghitung estimasi nilai risiko. Tabel 10 berikut ini menunjukkan hasil nilai risiko untuk masing-masing bank.

Tabel 10.
Estimasi Nilai VaR *Peaks Over Threshold*

Perusahaan	Ukuran	Risiko	Profit
Bank 1	Mean	-0.0468	0.0468
	Variance	0.0001	0.0001
Bank 2	Mean	-0.0444	0.0444
	Variance	0.0001	0.0001
Bank 3	Mean	-0.0332	0.0332
	Variance	0.0001	0.0001
Bank 4	Mean	-0.0431	0.0431
	Variance	0.0001	0.0001

Berdasarkan tabel diatas, diketahui bahwa pada tingkat keyakinan 95% seorang investor yang menanamkan modalnya ke Bank 1 sebesar Rp 1.000.000.000,- maka akan mengalami kerugian maksimum sebesar Rp 46.800.000,-. Begitu pula apabila seorang investor akan menanamkan modal ke Bank 2 maka dengan tingkat keyakinan 95% akan mendapatkan kerugian sebesar Rp 44.400.000,- sedangkan kerugian di Bank 3 adalah sebesar Rp 33.200.000,- dan di Bank 4 sebesar Rp 43.100.000,-.

Berdasarkan hasil dari estimasi tingkat keuntungan yang dihasilkan, Bank 1 memberikan keuntungan yang paling besar, yaitu sekitar Rp 46.800.000,-. Perusahaan yang memberikan keuntungan terbesar kedua yaitu Bank 2, dilanjutkan dengan Bank 4, dan Bank 3.

D. Perbandingan Metode Pendekatan VaR

Berdasarkan hasil estimasi risiko dan profit, maka untuk mengetahui akurasi antara kedua metode dapat diketahui dengan menggunakan *backtesting* seperti pada Tabel 11 dan Tabel 12.

Hasil *backtesting* menunjukkan bahwa nilai *loss* dan *expected shortfall* yang dihasilkan oleh metode BM lebih kecil dibanding menggunakan metode POT. Estimasi risiko dengan metode BM memiliki selisih yang cukup jauh dari kuantil 5%, hal ini mengindikasikan estimasi VaR pada keempat

perusahaan tersebut cenderung *underestimate*. Secara keseluruhan, metode POT memiliki selisih yang lebih kecil sehingga dapat disimpulkan lebih akurat dibanding metode BM.

Tabel 11.
Hasil *Backtesting* Estimasi Risiko

Saham	Loss		Expected Shortfall		Selisih	
	BM	POT	BM	POT	BM	POT
Bank 1	12	35	0,9%	2,6%	4,1%	2,4%
Bank 2	11	30	0,8%	2,2%	4,2%	2,8%
Bank 3	16	39	1,2%	2,9%	3,8%	2,1%
Bank 4	18	38	1,4%	2,8%	3,6%	2,2%

Tabel 12.
Hasil *Backtesting* Estimasi Profit

Saham	Loss		Expected Shortfall		Selisih	
	BM	POT	BM	POT	BM	POT
Bank 1	13	31	1%	2,3%	4%	2,7%
Bank 2	20	34	1,5%	2,5%	3,5%	2,5%
Bank 3	19	41	1,4%	3,1%	3,6%	1,9%
Bank 4	14	44	1,1%	3,1%	3,9%	1,7%

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Karakteristik harga saham penutupan maupun *return* saham pada Bank 3 menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibanding Bank 1, Bank 2, dan Bank 4. Sedangkan perusahaan yang memiliki volatilitas *return* saham tertinggi yaitu Bank 1. Secara umum, data *return* yang digunakan memiliki nilai ekstrem dan berpola *heavy tail*. Berdasarkan metode BM maupun POT, tingkat risiko investasi saham di Bank 1 adalah yang paling tinggi, sedangkan tingkat risiko investasi saham di Bank 3 adalah yang paling rendah. Selain itu, berdasarkan hasil dari *backtesting*, menunjukkan bahwa metode POT memiliki selisih kuantil yang lebih kecil, sehingga dapat dinyatakan bahwa metode POT lebih baik dibanding metode BM.

Identifikasi kejadian ekstrem menggunakan EVT pada umumnya membutuhkan jumlah data yang besar, terutama untuk metode BM, sehingga data dapat dibagi ke dalam blok yang lebih besar agar data pada setiap blok tidak ada yang bernilai nol atau negative. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan jumlah data yang lebih besar serta mempertimbangkan penggunaan variabel lain yang diduga mempengaruhi kondisi saham agar hasil *return* yang dihasilkan dapat lebih sesuai dengan kondisi yang sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Y. Nugroho, "Dampak Fluktuasi Dinamis Makro Ekonomi, IHSG, dan SIBOR terhadap Jakarta Islamic Index," *J. Investasi*, pp. 76–89, 2011.
- [2] W. K. Nastiti, "Estimasi Risiko Investasi Saham Perusahaan Sektor Telekomunikasi di BEI Menggunakan Metode CVaR dan VaR dengan Pendekatan ARMA-GARCH dan EVT," Surabaya, 2016.
- [3] Amanda and W. A. Pratomo, "Pengaruh Fundamental dan Risiko Sistematis terhadap Harga Saham Perbankan yang terdaftar pada Indeks LQ45," *J. Ekon. dan Keuang.*, vol. 1, no. 3, 2013.

- [4] P. Jorion, *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk*. New York: McGraw-Hill Companies, 2001.
- [5] A. K. Singh, P. J. Robert, and D. E. Allen, "Extreme Market Risk and Extreme Value Theory," *Extrem. Mark. Risk Extrem. Value Theory*, vol. 94, pp. 310–328, 2013.
- [6] S. Kotz and S. Nadarajah, *Extreme Value Distribution (Theory and Application)*. London: Imperia College Press, 2002.
- [7] A. J. McNeil, *Extreme Value Theory for Risk Manager*. Department Mathematic ETH Zentrum, 1999.
- [8] S. Coles, *An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values*. London: Springer, 2011.
- [9] W. W. Daniel, *Statistik Non Parametrik Terapan. Diterjemahkan oleh Alex Tri Kantjono W.* Jakarta: PT.Gramedia, 1989.
- [10] M. Gilli and E. Kellezi, "An Application of Extreme Value Theory for Measuring Financial Risk," *Comput. Econ.*, vol. 27, no. 1, pp. 1–23, 2006.
- [11] J. Franke, W. K. Hardle, and C. M. Hafner, *Statistics for Financial Markets*. Germany: Springer, 2015.
- [12] M. G. Cruz, *Modelling Measuring and Hedging Operational Risk*. New York: John Wiley & Sons Inc, 2002.